



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 07 455 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
H 04 R 17/00
G 10 K 9/122

21 Aktenzeichen: 100 07 455.3
22 Anmeldetag: 18. 2. 2000
43 Offenlegungstag: 7. 9. 2000

DE 100 07 455 A 1

30 Unionspriorität:

11-40875	19. 02. 1999	JP
11-42586	22. 02. 1999	JP
11-293203	15. 10. 1999	JP
11-293204	15. 10. 1999	JP

71 Anmelder:

Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

74 Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

72 Erfinder:

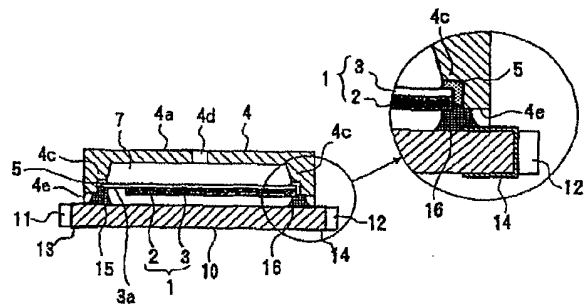
Takeshima, Tetsuo, Nagaokakyo, Kyoto, JP;
Kishimoto, Takeshi, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Daidai,
Muneyuki, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Nomura,
Akihiro, Nagaokakyo, Kyoto, JP; Fujino, Masayuki,
Nagaokakyo, Kyoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Piezoelektrisches akustisches Bauteil

57 Die Erfindung betrifft ein piezoelektrisches akustisches Bauteil, das aufweist: eine Membran (1), die eine rechtwinklige piezoelektrische Platte (2) mit einer Vorder- und Rückseite und einer auf der Vorderseite liegenden Elektrode und eine rechtwinklige Metallplatte (3) aufweist, die mit der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (2) direkt oder durch eine auf dieser Rückseite liegende Elektrode verbunden ist, eine Isolierkappe (4), die einen oberen Wandteil (4a), vier von dem oberen Wandteil (4a) ragende Seitenwandteile und zwei Halteteile (4c) zur Halterung der Membran (1) an der Innenseite von zwei einander gegenüberliegenden der vier Seitenwandteile (4b) aufweist. Ein plattenförmiges Substrat (10) ist mit einem ersten und einem zweiten Elektrodenabschnitt (13, 14) versehen. Die Membran (1) liegt in einer Isolierkappe (4). Zwei einander gegenüberliegende Seitenkanten von den vier Seitenkanten der Membran (1), sind an den beiden Halteteilen durch einen Klebstoff oder ein elastisches Dichtungsmaterial fixiert. Eine Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran (1) und der Kappe ist durch elastisches Dichtungsmaterial abgedichtet. Ein akustischer Raum ist zwischen der Membran und dem oberen Wandteil (4a) der Isolierkappe (4) definiert. Eine Öffnungskante der vier Seitenwandteile der Isolierkappe (4) ist mit dem Substrat verbunden. Die Metallplatte (3) ist elektrisch mit dem ersten Elektrodenabschnitt (13) und die auf der Vorderseite der ...



DE 100 07 455 A 1

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft piezoelektrische akustische Bauteile, z. B. piezoelektrische Summer und piezoelektrische Kopfhörer.

Beschreibung des Standes der Technik

In elektronischen Vorrichtungen, elektrisch betriebenen Haushaltgeräten, tragbaren Telefonen oder piezoelektrischen Kopfhörern werden häufig piezoelektrische Bauteile als Summer oder als Kopfhörer eingesetzt; welche einen Warnton oder einen Betriebston erzeugen.

Diese Art eines piezoelektrischen akustischen Bauteils ist beispielsweise in den ungeprüften japanischen Patentschriften Nr. 7-107 593 und 7-203 590 beschrieben. Das piezoelektrische akustische Bauteil hat eine Membran des unimorphen Typs, die eine kreisförmige piezoelektrische Platte und eine an einer Elektrode der kreisförmigen piezoelektrischen Platte angebrachte kreisförmige Metallplatte aufweist. Die kreisförmige Metallplatte der Membran ist an ihrem Außenrand in einem kreisförmigen Gehäuse gehalten, und die Öffnung des kreisförmigen Gehäuses ist von einem Deckel abgedichtet.

Wenn jedoch eine solche kreisförmige Membran verwendet wird, können Schwierigkeiten, wie z. B. eine schlechte Herstellungseffizienz und eine geringe akustische Wandlungsleistung auftreten. Somit ist die Herstellung eines kompakten piezoelektrischen Bauteils schwierig.

Nachstehend wird das Problem der schlechten Herstellungseffizienz erläutert.

Wie die beiliegende Fig. 1 zeigt, wird bei dem Herstellungsprozess eines eine kreisförmige Membran verwendenden piezoelektrischen akustischen Bauteils ein Rohblatt 40 mit einem Stanzwerkzeug 41 ausgestanzt, um kreisförmige piezoelektrische Platten 42 herzustellen. Als nächstes wird eine kreisförmige Metallplatte 43 an einer Elektrode auf einer Seite jeder kreisförmigen piezoelektrischen Platte 42 aufgebracht. Wenn zwischen den Elektroden auf beiden Seiten der kreisförmigen piezoelektrischen Platte 42 ein elektrisches Feld mit einer hohen Gleichspannung angelegt und die piezoelektrische Platte polarisiert wird, erhält man eine Membran 44. Die Membran 44 wird in einem Gehäuse 45 untergebracht und dann werden Leitungsdrähte 46 und 47, die jeweils mit der Metallplatte 43 und der anderen Oberflächenelektrode der piezoelektrischen Platte 42 verbunden sind, aus dem Gehäuse 45 herausgeführt.

Wenn jedoch die kreisförmige piezoelektrische Platte 42, wie oben geschildert, aus einem Rohblatt 40 ausgestanzt wird, entsteht eine Menge Stanzreste, und die Materialausbeute ist schlecht. Darüber hinaus ist die Prozesseffizienz schlecht, da nach dem Stanzvorgang die einzelnen Prozesse der Elektrodenbildung und Polarisation usw. nötig sind. Weiterhin muss das Stanzwerkzeug 41 zum Ausstanzen der kreisförmigen piezoelektrischen Platten 42 aus dem Rohblatt 40 abhängig von der Abmessung des Elements hergestellt werden, um die durch das Design geforderte Abmessung für jede Bauteilgröße festzulegen. Deshalb war allgemein die Produktionseffizienz gering.

Nachstehend wird das Problem der geringen akustischen Wandlungsleistung erläutert.

Wie Fig. 2A zeigt, liegt bei einer kreisförmigen Membran, da diese Membran 44 an ihrem Umfangsrand im Gehäuse 45 gehalten ist, der Punkt P maximaler Auslenkung ausschließlich im Zentrum der Membran 44. Deshalb ist das Auslenkungsvolumen klein und auch der Wirkungsgrad bei der akustischen Wandlung gering. Dies bedeutet den Nachteil, dass der Schalldruck bezogen auf die Eingangsenergie

verhältnismäßig klein ist.

Außerdem ist die erzeugte Frequenz hoch, da der Umfangsrand der Membran eingespannt ist. Wenn man eine piezoelektrische Membran zur Emission kleiner Frequenzen herstellen wollte, müsste nachteiligerweise deren Radius groß werden.

Um die oben erwähnten Probleme zu vermeiden, erzielen Ausführungsformen dieser Erfindung ein kleines piezoelektrisches akustisches Bauteil mit hoher Produktionseffizienz und günstiger akustischer Wandlungsleistung.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung sieht vor

- eine Membran, die eine rechtwinklige piezoelektrische Platte mit einer Vorder- und Rückseite, eine auf der Vorderseite angeordnete Elektrode und eine rechtwinklige Metallplatte aufweist, die mit der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte direkt oder über eine auf der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode verbunden ist;
- eine Isolierkappe, die einen oberen Wandteil, vier Seitenwandteile, die sich von dem oberen Wandteil erstrecken und zwei Halteteile aufweist, um die Membran an der Innenseite von zwei einander gegenüberliegenden der vier Seitenwandteile zu halten;
- ein plattenförmiges Substrat mit einem ersten und zweiten Elektrodenabschnitt, wobei
- die Membran in der Isolierkappe liegt;
- zwei einander gegenüberliegende der vier Seitenkanten der Membran an den beiden Halteteilen mit einem Klebstoff oder mit elastischem Dichtungsmaterial fixiert sind;
- eine Lücke zwischen den anderen der beiden vier Seitenkanten der Membran und der Kappe durch elastisches Dichtungsmaterial abgedichtet ist;
- ein akustischer Raum zwischen der Membran und dem oberen Wandteil der Isolierkappe definiert ist;
- eine Öffnungskante der vier Seitenwandteile der Isolierkappe mit dem Substrat verbunden ist;
- die Metallplatte elektrisch mit dem ersten Elektrodenabschnitt verbunden ist; und
- die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt verbunden ist.

Da die piezoelektrische Platte rechtwinklig ist, bleibt auch, wenn die piezoelektrische akustische Platte aus einem Rohblatt ausgestanzt wird, die Abfallmenge des nach dem Ausstanzen verbleibenden Rests des Rohblatts gering und deshalb ist die Materialausnutzung gut.

Da außerdem der Prozess der Elektrodenbildung, die Polarisation usw. im Zustand des Muttersubstrats ausgeführt werden kann, ist die Herstellungseffizienz ausreichend hoch.

Da weiterhin die benötigte Größe der piezoelektrischen Platte durch die Schnittmaße des Muttersubstrats bestimmt ist, braucht kein für jede Größe der piezoelektrischen Platte spezielles Stanzwerkzeug hergestellt werden.

Anders gesagt, sind im Vergleich mit dem Stand der Technik, bei dem eine Anzahl von Schritten zum Ausstanzen eines Rohblatts nötig war, beim Schneiden eines Muttersubstrats weniger Schritte notwendig, wobei sich auch die Anzahl von Stanzwerkzeugen für die verschiedenen Arten piezoelektrischer Körper verringert. Dadurch lassen sich die Aufwendungen für die Investition verringern und die Herstellungseffizienz erhöhen.

In dieser Erfindung sind zwei einander gegenüberliegende von den vier Seitenkanten der Membran an zwei Hal-

teilen fixiert, und die Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran und dem Deckel wird durch ein elastisches Dichtungsmaterial abgedichtet. Wenn ein Signal vorbestimmter Frequenz zwischen der Metallplatte und der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte angeordneten Elektrode angelegt wird, dehnt sich die piezoelektrische Platte in vorbestimmter Richtung aus, und die Membran wird in einem Längsbiegemodus verformt. In diesem Fall hat der Vibrationsmodus der Membran zwei Knoten an den beiden durch die Halteteile am Deckel fixierten Enden. Und außerdem gibt es, wie Fig. 2B zeigt, Punkte P maximaler Auslenkung entlang, der Mittellinie in Längsrichtung der Membran.

D. h., dass sich das Auslenkungsvolumen im Vergleich mit der herkömmlichen kreisscheibenförmigen Membran vergrößert. Da dieses Auslenkungsvolumen die Energie für den Schall liefert, erhöht sich dadurch die akustische Wandlungsleistung.

Bei dem oben beschriebenen piezoelektrischen akustischen Bauteil wird die Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran und dem Deckel durch elastisches Dichtungsmaterial abgedichtet. Aufgrund der Elastizität des elastischen Dichtungsmaterials ist die Vibration der Membran nicht gestört und der Schalldruck nicht verringert.

Außerdem lässt sich im Vergleich mit einer herkömmlichen Kreisscheibenmembran eine niedrigere Frequenz erzeugen, da die Membran nur an zwei ihrer Seitenkanten fixiert ist, und die Membran zwischen diesen beiden Seitenkanten frei ausgelenkt werden kann. Alternativ lässt sich, wenn dieselbe Frequenz gewünscht ist, die Größe des piezoelektrischen akustischen Bauteils verringern.

Bei dieser Erfindung hat der Klebstoff in ausgehärtetem Zustand einen hohen Youngmodul und klemmt deshalb die Kantenteile der Membran sehr stark fest.

Darüber hinaus hat das elastische Dichtungsmaterial im ausgehärteten Zustand einen kleinen Youngmodul und klemmt deshalb die Membran schwach genug, um die Vibration desselben nicht zu behindern. Im Falle elastischen Dichtungsmaterialien mit starker Klebekraft zum Verbinden der Membran mit dem Deckel zur Verfügung stehen, lässt sich auch ein solches elastisches Dichtungsmaterial statt des Klebstoffs verwenden.

Fig. 3 ist ein Vergleichsdiagramm, das die Beziehung zwischen einer kreisförmigen Membran und einer rechtwinkligen Membran zeigt. Wie Fig. 3 deutlich macht, kann die rechtwinklig geformte Membran im Vergleich mit der kreisförmig geformten Membran kleiner sein (Länge, Durchmesser). Wenn die Abmessungen dieselben sind, lässt sich mit der rechtwinkligen Membran eine kleinere Resonanzfrequenz erreichen. Zur Durchführung dieses Vergleichs wurde PZT in einer Dicke von 50 µm für die piezoelektrische Platte verwendet und für die Metallplatte 42Ni in einer Dicke von 50 µm. Weiterhin war das Verhältnis der Länge L zur Breite W der rechtwinkligen Membran 1,67.

Bei dem oben beschriebenen piezoelektrischen akustischen Bauteil ist die Isolierkappe, die die Membran festhält, mit dem plattenförmigen Substrat, die Metallplatte ist elektrisch mit dem ersten Elektrodenabschnitt und die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode ist elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt verbunden. Dadurch erhält man ein piezoelektrisches akustisches Bauteil. Zusätzlich lässt sich das piezoelektrische akustische Bauteil als ein zur Oberflächenmontage geeignetes Bauteil dadurch ausbilden, dass man den ersten und zweiten Elektrodenabschnitt bis auf die Rückseite des Substrats verlängert.

Bevorzugt ist die piezoelektrische Platte auf der Metallplatte derart angeordnet, dass die jeweils längeren Seiten-

kanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte zueinander ausgerichtet sind, und die jeweiligen kürzeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte sind ebenfalls zueinander ausgerichtet und zwar so, dass die auf der Metallplatte liegende piezoelektrische Platte mehr zu der einen kürzeren Seitenkante der Metallplatte hin verschoben ist, an der die Metallplatte vom Halteteil der Isolierkappe gehalten ist; ein frei liegender Bereich ist um die andere kürzere Seitenkante der Metallplatte herum vorgesehen und die Membran an dem Halteteil der Isolierkappe so fixiert, dass die Metallplatte dem oberen Wandteil des Isolierdeckels gegenüber liegt.

Es ist auch möglich, die Membran an den Halteteilen der Isolierkappe so zu befestigen, dass die piezoelektrische Platte dem oberen Wandteil der Isolierkappe gegenüber liegt. In diesem Fall ist jedoch die Verbindung der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegenden Elektrode mit dem zweiten Elektrodenabschnitt des Substrats schwierig. Andererseits liegt, wenn die Membran an den Halteteilen der Isolierkappe so befestigt ist, dass die Metallplatte ihrem oberen Wandteil gegenüber liegt, die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte angebrachte Elektrode dem Substrat gegenüber, und dadurch lässt sich die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegende Elektrode leicht mit dem zweiten Elektrodenabschnitt des Substrats verbinden. Da weiterhin der frei liegende Bereich der Metallplatte an einer Seitenkante der Membran liegt, lässt sich die Metallplatte einfach mit dem ersten Elektrodenabschnitt des Substrats verbinden.

Bevorzugt ist die Metallplatte mit dem ersten Elektrodenabschnitt durch einen elektrisch leitenden Kleber verbunden, und die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode ist ebenfalls durch elektrisch leitenden Kleber mit dem zweiten Elektrodenabschnitt verbunden. In diesem Fall lässt sich der Vorgang, durch den die Isolierkappe mit dem Substrat verbunden wird, gleichzeitig mit dem Prozess der elektrischen Verbindung der Metallplatte mit dem ersten Elektrodenabschnitt und dem Prozess der elektrischen Verbindung der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegenden Elektrode mit dem zweiten Elektrodenabschnitt ausführen. Auf diese Weise wird der Verbindungsprozess vereinfacht.

Bevorzugt besteht das elastische Dichtungsmaterial aus einem Isoliermaterial und ist an allen vier Seitenkanten der Membran vorgesehen. Es muss erwähnt werden, dass es sehr leicht zu einem Kurzschluss bei der Verbindung der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegenden Elektrode mit dem zweiten Elektrodenabschnitt durch den elektrisch leitenden Kleber kommen kann, weil die Metallplatte und die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegende Elektrode sehr nahe aneinander liegen. Wenn das elastische Dichtungsmaterial am Rand der Metallplatte zuvor aufgebracht wird, kann ein solcher Kurzschluss vermieden werden. Außerdem lässt sich durch Abdichtung aller vier Seitenkanten der Membran ein Luftleck verhindern und dadurch der Schalldruckwert erhöhen.

Damit das elastische Dichtungsmaterial auf alle vier Seitenkanten der Membran aufgebracht werden kann, wird ein Verfahren, mit dem die Membran am Isolierdeckel ausschließlich durch das elastische Dichtungsmaterial (ohne Klebstoff zu verwenden) angebracht wird, und ein Verfahren zum Aufbringen des elastischen Dichtungsmaterials über den beiden Seitenkanten der Membran, die mit dem Klebstoff fixiert sind, angewendet. Letzteres Verfahren ist vorteilhaft, wenn sich lediglich durch Kleber ein Luftleck nicht vermeiden lässt.

Eine weitere Ausführungsform dieser Erfindung sieht vor:

- eine Membran, die eine rechtwinklige piezoelektrische Platte mit einer Vorder- und Rückseite, eine auf der Vorderseite angeordnete Elektrode und eine mit der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte direkt oder über eine auf der Rückseite der piezoelektrischen Platte angeordnete Elektrode verbundene Metallplatte aufweist;
- ein Isoliergehäuse, das einen Bodenwandteil, vier Seitenwandteile, die vom Bodenwandteil ragen, zwei Halteteile zur Halterung der Membran an der Innenseite von zwei einander gegenüberliegenden der vier Seitenwandteile und einen ersten und zweiten Elektrodenabschnitt zur Verbindung nach außen aufweist, die auf zwei der vier Seitenwandteile angeordnet sind; und
- einen Deckel, der ein Schallemissionsloch enthält, wobei
- die Membran im Isoliergehäuse liegt;
- zwei einander gegenüberliegende der vier Seitenkanten der Membran durch einen Klebstoff oder elastisches Dichtungsmaterial an den beiden Halteteilen fixiert sind;
- eine Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran und dem Gehäuse durch elastisches Dichtungsmaterial abgedichtet ist,
- die Metallplatte elektrisch leitend mit dem ersten Elektrodenabschnitt verbunden ist,
- die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt verbunden ist und
- eine Öffnungskante des Isoliergehäuses mit dem Deckel verbunden ist.

Das oben beschriebene piezoelektrische akustische Bauteil vermeidet auch die im Zusammenhang mit der vorigen Ausführungsform beschriebene Schwierigkeit.

Bei diesem piezoelektrischen akustischen Bauteil wird die Öffnung des Isoliergehäuses, in dem sich die Membran befindet, durch den Deckel abgedichtet. Außerdem ist die Metallplatte elektrisch mit dem ersten Elektrodenabschnitt verbunden, und die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte liegende Elektrode ist elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt verbunden. Damit erhält man ein piezoelektrisches akustisches Bauteil. Zusätzlich lässt sich das piezoelektrische Bauteil auch so gestalten, dass es für die Oberflächenmontage geeignet ist, indem man den ersten und zweiten Elektrodenabschnitt zur Rückseite des Substrats verlängert.

Bei diesem piezoelektrischen akustischen Bauteil kann wenigstens einer der Elektrodenabschnitte für die Verbindung nach außen ein Elektrodenfilm sein, der auf der Oberfläche des Isoliergehäuses vorgesehen ist und sich vom Halteteil bis zur Bodenfläche des Isoliergehäuses erstreckt. Statt dessen kann wenigstens einer der Elektrodenabschnitte zur Verbindung nach außen ein Metallanschluss sein, der am Isoliergehäuse befestigt ist und sich vom Halteteil zur Bodenfläche des Isoliergehäuses erstreckt. In diesem Fall kann der Metallanschluss am Isoliergehäuse durch Bondieren, Crimpen oder Einstecken fixiert sein.

Die piezoelektrische Platte ist bevorzugt auf der Metallplatte derart angeordnet, dass die jeweils längeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte zueinander ausgerichtet sind, und die jeweiligen beiden kürzeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte sind ebenfalls zueinander ausgerichtet und zwar so, dass die piezoelektrische Platte auf der Metallplatte mehr zu derjenigen kürzeren Seitenkante der Metallplatte verschoben ist, an der die Metallplatte am Halteteil des Isoliergehäuses gehalten ist; ein freiliegender Bereich ist an der an-

deren kürzeren Seitenkante der Metallplatte gebildet, und die Membran ist an den Halteteilen des Isoliergehäuses derart befestigt, dass die Metallplatte dem Bodenwandteil des Isolierdeckels gegenüberliegt. Weiterhin bevorzugt ist der frei liegende Bereich mit dem ersten Elektrodenabschnitt verbunden, und die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte angeordnete Elektrode ist elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt durch einen elektrisch leitenden Klebstoff verbunden.

Es ist möglich, die Membran an den Halteteilen des Isoliergehäuses so zu befestigen, dass die piezoelektrische Platte dem Bodenwandteil des Isoliergehäuses gegenüber liegt. Jedoch gibt es in diesem Fall Schwierigkeiten bei der Verbindung der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte angeordneten Elektrode mit dem zweiten Elektrodenabschnitt des Substrats, da die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegende Elektrode nach oben nicht frei liegt.

Andererseits liegt die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte befindliche Elektrode zur oberen Seite frei, wenn, wie bevorzugt, die Membran an den Halteteilen des Isoliergehäuses so befestigt ist, dass die Metallplatte dem Bodenwandteil des Isoliergehäuses gegenüber liegt und dadurch lässt sich die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegende Elektrode leicht und einfach mit dem zweiten Elektrodenabschnitt des Substrats verbinden. Da weiterhin der frei liegende Bereich der Metallplatte an der anderen Seitenkante der Membran frei liegt, lässt sich die Metallplatte einfach und leicht mit dem ersten Elektrodenabschnitt des Substrats verbinden.

Es muss bemerkt werden, dass der Vorgang, mit dem die Metallplatte mit dem zweiten Elektrodenabschnitt des Substrats verbunden wird, und der Vorgang der Fixierung der Membran an den Halteteilen des Isoliergehäuses gleichzeitig ausgeführt werden können. D. h., dass elektrisch leitender Klebstoff beim Fixieren der Enden der Membran an der Seite des frei liegenden Bereichs mit den Halteteilen verwendet werden kann.

Bevorzugt besteht das elastische Dichtungsmaterial aus einem isolierenden Material und es ist an allen vier Seitenkanten der Membran angebracht. Es muss bemerkt werden, dass es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit beim Verbinden der auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte mit dem zweiten Elektrodenabschnitt durch elektrisch leitenden Kleber zu einem Kurzschluss kommen kann, weil die Metallplatte und die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte liegende Elektrode nahe beieinander liegen. Wenn elastisches Dichtungsmaterial im Randbereich der Metallplatte zuvor angebracht wird, lässt sich ein derartiger Kurzschluss verhindern. Außerdem wird durch die Abdichtung aller vier Seitenkanten der Membran ein Luftleck vermieden und dadurch der Schalldruckwert verbessert.

Zum Anbringen des elastischen Dichtungsmaterials an den vier Seitenkanten der Membran kann ein Verfahren, mit dem die Membran an der Isolierkappe ausschließlich durch das elastische Dichtungsmaterial (ohne Klebstoff zu verwenden) angebracht wird, und ein Verfahren, das elastisches Dichtungsmaterial über den beiden Seitenkanten der Membran aufbringt, die durch Klebstoff fixiert werden, angewendet werden. Das letztere Verfahren hat Vorteile, wenn sich ein Luftleck ausschließlich durch Auftragen von Klebstoff nicht verhindern lässt.

Andere Merkmale und Vorteile dieser Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung derselben noch deutlicher, die sich auf die beiliegenden Zeichnungen bezieht.

Fig. 1A, 1B und 1C zeigen Schritte des Herstellungsprozesses eines piezoelektrischen Summers des Standes der Technik,

Fig. 2A und 2B sind Vergleichsansichten, die die Auslenkungsverteilung jeweils einer kreisförmigen Membran und einer rechtwinkligen Membran zeigen,

Fig. 3 ist ein Vergleichsdiagramm, das die Beziehung zwischen einer kreisförmigen Membran und einer rechtwinkligen Membran zeigt,

Fig. 4 zeigt in perspektivischer Darstellung einen piezoelektrischen akustischen Summer einer ersten Ausführungsform dieser Erfindung,

Fig. 5 ist eine Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie X-X von Fig. 4,

Fig. 6 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie Y-Y von Fig. 4,

Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht einer Membran, Fig. 8 ist eine perspektivische Explosionsansicht eines piezoelektrischen akustischen Summers einer zweiten Ausführungsform, in der man eine Kappe und eine Membran desselben von der Rückseite sieht,

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht der Kappe und der Membran des piezoelektrischen akustischen Summers von Fig. 8 im fertigen Zustand von der Rückseite aus gesehen,

Fig. 11 ist eine perspektivische Ansicht eines piezoelektrischen akustischen Bauteils einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 12 zeigt perspektivisch einen piezoelektrischen akustischen Summer einer vierten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 13 ist eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie X-X von Fig. 12,

Fig. 14 ist eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie Y-Y von Fig. 12,

Fig. 15 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung des in Fig. 12 gezeigten piezoelektrischen akustischen Summers,

Fig. 16 ist eine perspektivische Ansicht einer Membran,

Fig. 17 ist eine perspektivische Explosionsansicht eines piezoelektrischen akustischen Bauteils einer fünften Ausführungsform,

Fig. 18 ist eine perspektivische Darstellung eines piezoelektrischen akustischen Bauteils einer sechsten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 19 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung des in Fig. 18 gezeigten piezoelektrischen akustischen Bauteils,

Fig. 20 ist eine perspektivische Darstellung eines piezoelektrischen akustischen Bauteils einer siebten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 21 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung des in Fig. 20 gezeigten piezoelektrischen akustischen Bauteils,

Fig. 22 ist eine Schnittansicht des Isoliergehäuses des in Fig. 20 gezeigten piezoelektrischen akustischen Bauteils,

Fig. 23 ist eine Rückansicht des Isoliergehäuses des piezoelektrischen akustischen Bauteils von Fig. 20.

Die Fig. 4-7 zeigen einen piezoelektrischen Summer, der eine erste Ausführungsform eines piezoelektrischen akustischen Bauteils dieser Erfindung ist.

Der piezoelektrische Summer enthält eine Membran 1 einer unimorphen Art, eine Kappe 4 und ein Substrat 10.

Die Membran 1 weist eine rechtwinklig geformte piezoelektrische Platte 2 und eine rechtwinklige Metallplatte 3 auf, wie sie in Fig. 7 dargestellt sind. Elektroden 2a und 2b aus Dünnfilm oder Dickfilm liegen jeweils auf der Vorder- und Rückseite der piezoelektrischen Platte 2, und die piezoelektrische Platte 2 ist in Dickenrichtung polarisiert. Die rechtwinklige Metallplatte ist derart geformt, dass ihre Breite dieselbe ist, die der piezoelektrischen Platte 2, und dass ihre Länge etwas größer ist als die der piezoelektrischen Platte 2.

Die Rückseitenelektrode 2b kann weggelassen werden, wenn die

Metallplatte 3 direkt mit der Rückseite der piezoelektrischen Platte mit elektrisch leitendem Klebstoff o. ä. verbunden ist.

In dieser Ausführungsform liegt die piezoelektrische Platte 2 auf der Metallplatte 3 derart, dass jeweils ihre beiden längeren Seitenkanten und jeweils ihre beiden kürzeren Seitenkanten zueinander ausgerichtet sind. D. h., dass die piezoelektrische Platte 2 auf der Metallplatte 3 so liegt, dass sie mehr zu der einen kürzeren Seitenkante der Metallplatte 3 hin liegt. Dadurch entsteht ein freiliegender Bereich 3a an der anderen kürzeren Seitenkante der Metallplatte 3.

Für die piezoelektrische Platte 2 kann ein piezoelektrisches Keramikmaterial, wie z. B. PZT, verwendet werden. Bevorzugt besteht die Metallplatte aus einem elektrisch sehr gut leitenden Material mit hoher Federelastizität. Insbesondere wird dafür ein Material bevorzugt, dessen Youngmodul nahe dem der piezoelektrischen Platte 2 liegt. Deshalb kann z. B. Phosphorbronze, 42Ni usw. verwendet werden. Zusätzlich ist, wenn die Metallplatte 3 aus 42Ni besteht, eine hohe Zuverlässigkeit erzielt, da der Wärmeausdehnungskoeffizient von 42Ni nahe des Wärmedehnungskoeffizienten von Keramik (PZT usw.) liegt.

Die oben erwähnte Membran 1 lässt sich mit folgenden Methoden herstellen.

Zunächst wird aus einem Keramikrohblatt mittels eines Stanzwerkzeugs ein rechtwinkliges Muttersubstrat ausgestanzt und die Elektrodenausbildung und die Polarisierung wird auf diesem Muttersubstrat durchgeführt.

Dann wird das Muttersubstrat auf eine Muttermetallplatte mit elektrisch leitendem Kleber usw. bondiert.

Dann wird die Muttermetallplatte und das damit verbundene Muttersubstrat in rechtwinklige Form entlang Schnittlinien in X- und Y-Richtung mittels eines Schneidewerkzeugs geschnitten, und damit erhält man viele Membranen.

Auf diese Weise lässt sich die Materialausnutzung und die Produktionseffizienz durch Verwendung der rechtwinklig geformten Metallplatte 3 und der rechtwinklig geformten piezoelektrischen Platte 2 steigern. Dadurch lassen sich auch die Installationskosten verringern.

Die oben geschilderte Membran 1 ist mit ihren kürzeren Seitenkanten in der darüber gestülpten Kappe 4 fixiert.

Die Kappe 4 besteht aus Isoliermaterial, z. B. Keramik oder Harz, und hat eine durch einen oberen Wandteil 4a und vier Seitenwandteile 4b definierte Kastenform.

Zwei Halteteile 4c, die die beiden Enden der Membran 1 halten, sind jeweils einstückig mit der Kappe 4 im Inneren von zwei der vier Seitenwandteile 4b einander gegenüberliegend geformt.

Der Halteteil 4c ist so klein wie möglich gemacht, um einen höheren Schalldruck zu erhalten. Dies deshalb, da höherer Schalldruck eine niedrigere Resonanzfrequenz ermöglicht.

Wenn die Kappe 4 aus Harz besteht, ist wärmebeständiges Harz, wie z. B. LCP (Flüssigkristallpolymer), SPS (Syndiotaktikpolystyrol), PPS (Polyphenylsulfid) oder Epoxidharz bevorzugt.

Ein Schallemissionsloch 4d liegt im Mittelabschnitt des oberen Wandteils 4a. Außerdem sind zwei Nockenteile 4e an der Kante der beiden Seitenwandteile 4b an der Öffnungsseite der Kappe 4 vorgesehen. Weiterhin ist ein Dämpfungsloch 4f an der Kante des noch übrigen einen Seitenwandteils 4b an der Öffnungsseite der Kappe 4 gebildet.

Eine Membran 1 ist innerhalb der Kappe 4 so enthalten, dass die Metallplatte 3 gegenüber dem oberen Wandteil 4a liegt, wie Fig. 5 zeigt. Die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 1 sind jeweils an den beiden Halteteilen 4c angebracht und durch einen Klebstoff 5 fixiert. Bekannte isolierende Klebstoffe, wie z. B. aus der Epoxidgruppe, Urethangruppe und Silikongruppe, können als Klebstoff 5 ver-

wendet werden.

In dem oben beschriebenen Zustand sind schmale Lücken zwischen den jeweils längeren Seitenkanten der Membran 1 und der Kappe 4 gebildet. Diese Lücken werden durch das elastische Dichtungsmaterial 6 z. B. durch Silikonkautschuk gedichtet. Dadurch entsteht ein akustischer Raum 7 zwischen der Membran 1 und dem oberen Wandteil 4a der Kappe 4.

Nachdem die Membran 1 in oben beschriebener Weise an der Kappe 4 befestigt ist, wird die Kappe 4 mit dem Substrat 10 verbunden. Das Substrat 10 ist in Form einer rechtwinkligen Platte aus einem Isoliermaterial, wie z. B. Keramik oder Harz, gebildet. Wenn das Substrat 10 aus Harz besteht, kann hitzebeständiges Harz, wie z. B. LCP, SPS, PPS oder Epoxidharz (einschließlich Glasepoxid) verwendet werden.

Die Elektrodenabschnitte 13 und 14 liegen jeweils an den beiden kürzeren Seitenkanten des Substrats 10. Die Elektrodenabschnitte 13 und 14 dienen zur externen Verbindung und erstrecken sich von der Vorderseite zur Substratrückseite durch Durchlassrillen 11 und 12 hindurch.

Eine elektrisch leitende Paste 15 ist auf einer von zwei Nocken 4e aufgebracht, d. h. auf dem freiliegenden Bereich 3a der Metallplatte.

Eine elektrisch leitende Paste 16 liegt auf der anderen der beiden Nocken 4e, d. h. auf der Oberflächenelektrode 12a.

Gemäß Fig. 6 ist die Öffnungskante der Kappe 4 durch einen isolierenden Klebstoff 19 mit dem Substrat 10 verbunden.

In diesem Zustand ist der freiliegende Bereich 3a der Metallplatte 3 elektrisch mit einem Elektrodenabschnitt 13 des Substrats 10 durch die elektrisch leitende Paste 15 verbunden. Außerdem ist die Oberflächenelektrode 12a elektrisch mit einem Elektrodenabschnitt 14 des Substrats 10 durch die elektrisch leitende Paste 16 verbunden.

Durch Wärmehärtung oder natürliche Härtung der elektrisch leitenden Pasten 15 und 16 sowie des isolierenden Klebstoffs 19 in den oben beschriebenen Zuständen erhält man ein für die Oberflächenmontage geeignetes piezoelektrisches akustisches Bauteil.

Nach Anlegen eines Wechselstromsignals oder rechteckförmigen Signals vorbestimmter Frequenz an die Elektrodenabschnitte 13 und 14 lässt sich ein vorbestimmter Summerton erzeugen. Dies rührt daher, dass die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 1 jeweils an den beiden Halteteilen 4c der Kappe 4 fixiert sind, und die beiden längeren Seitenkanten der Membran 1 wegen des elastischen Dichtungsmaterials frei ausgelenkt werden können, und dadurch kann die Membran 1 in einem Längsbiegemodus vibrieren, wobei die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 1 eingespannt sind und Schwingungsknoten bilden.

Der Summerton wird durch das Schallemissionsloch 4d der Kappe 4 nach außen abgestrahlt.

In der oben beschriebenen Ausführungsform ist die Membran 1 so befestigt, dass die Metallplatte 3 der Membran 1 zum oberen Wandteil 4a der Kappe 4 weist. Anders gesagt, ist die Membran 1 so fixiert, dass der freiliegende Bereich 3a der Metallplatte 3 und die Oberflächenelektrode 12a zum Substrat 10 weisen. Als Ergebnis lässt sich leicht eine Verbindung zwischen dem frei liegenden Bereich 3a und dem Elektrodenabschnitt 13 und eine Verbindung zwischen der Oberflächenelektrode 12a und dem Elektrodenabschnitt 14 durch die elektrisch leitenden Pasten 15 und 16 herstellen.

In der oben beschriebenen Ausführungsform sind die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 1 jeweils mit den zwei Halteteilen 4c der Kappe 4 durch den Klebstoff 5 verbunden, und die beiden längeren Seitenkanten der Membran 1 sind durch das elastische Dichtungsmaterial 6 abgedichtet. Allerdings kann das elastische Dichtungsmaterial 6 auch

über den beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 1, die mit den beiden Halteteilen 4c der Kappe 4 verbunden sind, vorgesehen sein. Der erste Grund dafür ist, dass die Möglichkeit besteht, dass der elektrisch leitende Kleber 16 anhaften und einen Kurzschluss mit der Metallplatte verursachen kann, wenn die Oberflächenelektrode 2a der piezoelektrischen Platte 2 mit dem Elektrodenabschnitt 14 des Substrats 10 durch die elektrisch leitenden Klebstoffe 16 und 18 verbunden wird. Das elastische Dichtungsmaterial 6 kann als Isolierfilm an den Randteilen der Metallplatte 3 zur Vermeidung dieses Kurzschlusses vorgesehen sein. Der zweite Grund dafür ist, dass ein Luftleck zwischen der Vorder- und Rückseite der Membran 1 durch Abdichten des gesamten Randteils der Membran 1 durch elastisches Dichtungsmaterial 6 vermieden werden kann.

Die Fig. 8 bis 10 zeigen eine zweite Ausführungsform dieser Erfindung. Bei dieser Ausführungsform ist die Membran 1 in der Kappe 4 enthalten, und die vier Seitenteile der Membran 1 sind durch das elastische Dichtungsmaterial 6 abgedichtet. In diesem Fall sind die kürzeren Seitenkanten der Membran 1 an den Halteteilen 4c mit dem elastischen Dichtungsmaterial 6 und nicht mit Klebstoff 5 fixiert. Deshalb sind die kürzeren Seitenkanten der Membran 1 im Vergleich mit der ersten Ausführungsform nur schwach eingespannt, und die Auslenkung der Membran 1 ist erhöht. In Folge dessen lässt sich der Schalldruck steigern.

Außerdem sind bei dieser Ausführungsform die elektrisch leitfähigen Pasten 15 und 16 an den kürzeren Seitenkanten der Membran 1 angebracht und dieselbe Art elektrisch leitenden Pasten 17 und 18 jeweils den elektrisch leitenden Pasten 15 und 16 gegenüberliegend über den Elektrodenabschnitten 13 und 14 des Substrats 10 vorgesehen. Demgemäß kann die elektrische Verbindung zwischen der Membran 1 und den Elektrodenabschnitten 13 und 14 des Substrats 10 zuverlässig hergestellt werden, wenn die Kappe 4 mit dem Substrat 10 verbunden wird. Darüber hinaus muss die Kappe 4 am Substrat 10 nicht vor dem Härten der elektrisch leitenden Pasten 15 und 16 fixiert werden. Es ist möglich, die Kappe 4 mit dem Substrat 10 nach Aufbringen der elektrisch leitenden Pasten 15 und 16 auf der Membran 1 und ihrem Aushärten zu verbinden.

Fig. 11 zeigt die dritte Ausführungsform dieser Erfindung, in der das piezoelektrische akustische Bauteil als ein Typ mit Zuleitungsdrähten gebildet ist. In dieser Ausführungsform ist das Substrat 10 in seiner Längsrichtung verlängert und hat einen Verlängerungsteil 10a. Die beiden Elektrodenabschnitte 13 und 14 ragen vom Verbindungsabschnitt der Kappe 4 nach draußen und lassen den Verlängerungsteil 10a frei. Die Leitungsanschlüsse 20 und 21 sind jeweils mit diesen Elektrodenabschnitten 13 und 14 durch Löten oder ähnliches verbunden.

In diesem Fall werden die Membran 1 und die Kappe 4 verwendet, die absolut identisch mit den in den Fig. 4 bis 10 sind. Ein piezoelektrisches akustisches Bauteil mit Zuleitungsdrähten lässt sich somit lediglich durch die Veränderung der Form des Substrats 10 und der Elektrodenabschnitten 13 und 14 herstellen. Da außerdem der Montageprozess nicht mit Schmelzlötung ausgeführt wird, kann ein wenig wärmebeständiges Material für die Kappe 4 und das Substrat 10 eingesetzt werden.

In den oben beschriebenen ersten bis dritten Ausführungsformen ist die Kappe 4, in der eine einzelne Membran 1 fixiert ist, mit dem einzelnen Substrat 10 verbunden. Jedoch lassen sich in der Kappe 4 durch Trennwände oder ähnliches auch mehrere Räume erzeugen und darin mehrere Membranen 1 mit unterschiedlichen Resonanzfrequenzen unterbringen und dann die Kappe 4, die die Membranen 1 enthält mit einem einzelnen Substrat 10 verbinden. In die-

sem Fall lässt sich mit jeder Membran **1** ein unterschiedlicher Ton erzeugen, wenn individuelle, den jeweiligen Membranen entsprechende einzelne Elektrodenabschnitte auf dem Substrat **10** angebracht und jeweils einzeln mit den Membranen verbunden sind.

Außerdem kann die Form der Metallplatte und der piezoelektrischen Platte nicht nur rechteckförmig sondern auch quadratisch sein.

Weiterhin ist in der oben beschriebenen ersten bis dritten Ausführungsform die Membran von unimorpher Art, bei der eine auf einer Seite einer Metallplatte angeordnete piezoelektrische Platte verwendet wird. Jedoch lässt sich auch eine bimorphe Membran verwenden, in der zwei piezoelektrische Platten auf beiden Seiten einer Metallplatte angeordnet sind.

Weiterhin dient zur Verbindung der Metallplatte mit dem ersten Elektrodenabschnitt und zur Verbindung der anderen Oberflächen Elektrode der piezoelektrischen Platte mit dem zweiten Elektrodenabschnitt der elektrisch leitende Klebstoff (elektrisch leitende Paste). Jedoch können auch andere Mittel wie Lot, elektrisch leitender Draht oder ähnliches, für diese Verbindungen verwendet werden.

Diese Erfindung lässt sich bei piezoelektrischen Kopfhörern, piezoelektrischen Lautsprechern, piezoelektrische Tonerzeuger, Weckern usw. außer bei einem piezoelektrischen Summer verwenden.

Die Fig. 12 bis 15 zeigen einen piezoelektrischen Summer, der die vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen piezoelektrischen akustischen Bauteils darstellt.

Dieser piezoelektrische Summer enthält eine Membran **101** des unimorphen Typs, eine Kappe **104** und ein Substrat **110**.

Die Membran **101** enthält eine rechtwinklige piezoelektrische Platte **102** und ein rechtwinklige Metallplatte **103**, wie Fig. 16 zeigt. Elektroden **102a** und **102b** aus Dünn- oder Dickfilm, sind jeweils auf der Vorder- und Rückseite der piezoelektrischen Platte **102** angeordnet, und die piezoelektrische Platte **102** ist in Dickenrichtung polarisiert. Die rechteckige Metallplatte **103** ist so geformt, dass ihre Breite gleich der Breite der piezoelektrischen Platte **102** und ihre Länge etwas größer ist als die der piezoelektrischen Platte **102**.

Die Rückseitenelektrode **102** kann dann entfallen, wenn die Metallplatte **103** direkt mit der Rückseite der piezoelektrischen Platte **102** mit elektrisch leitendem Klebstoff oder ähnlichem verbunden ist.

In dieser Ausführungsform liegt die piezoelektrische Platte **102** auf der Metallplatte **103** derart, dass ihre jeweiligen längeren Seitenkanten zueinander ausgerichtet sind, und dass ihre jeweiligen kürzeren Seitenkanten ebenfalls zueinander ausgerichtet sind. Dies heißt, dass die piezoelektrische Platte **102** auf der Metallplatte **103** so liegt, dass sie mehr zu der einen kürzeren Seitenkante der Metallplatte **103** hin verschoben ist. Dadurch entsteht ein frei liegender Bereich **103a**, an der anderen kürzeren Seitenkante der Metallplatte **103**.

Piezoelektrische Keramik, wie z. B. PZT, kann für die piezoelektrische Platte **102** verwendet werden und die Metallplatte **103** besteht bevorzugt aus einem Material hoher Leitfähigkeit und hoher Federelastizität. Insbesondere wird ein Material bevorzugt, dessen Youngmodul nahe dem der piezoelektrischen Platte **102** liegt. Dafür kann z. B. Phosphorbronze, 42Ni oder ähnliches verwendet werden. Zusätzlich erhält man eine hohe Zuverlässigkeit bei der Verwendung von 42Ni für die Metallplatte **103**, da dessen Wärmeausdehnungskoeffizient 42Ni nahe dem von Keramik (PZT o. ä.) liegt.

Die oben erwähnte Membran **101** kann mit den nachfol-

genden Prozessschritten hergestellt werden.

Zunächst wird ein rechtwinkliges Muttersubstrat aus einem Keramikrohblatt mittels eines Stanzwerkzeugs ausgestanzt und auf diesem Muttersubstrat Elektroden gebildet, die Polarisation durchgeführt, usw.

Danach wird das Muttersubstrat mit der Mutterplatte einer Metallplatte mittels elektrisch leitendem Klebstoff o. ä. verbunden.

Danach werden das Muttersubstrat und die mit ihr verbundene Muttermetallplatte in rechtwinklige Form entlang Schnittlinien in X- und Y-Richtung mittels eines Schneidewerkzeugs o. ä. geschnitten, wodurch die Membran entsteht.

Auf diese Weise lassen sich durch Verwendung der rechtwinkligen Metallplatte **103** und der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte **102** die Materialnutzung und die Herstellungseffizienz steigern. Dadurch lassen sich auch die Installationskosten verringern.

Die oben erwähnte Membran **101** ist innerhalb der Gehäuse **104** enthalten und ihre kürzeren Seitenkanten sind darin fixiert.

Das Gehäuse **104** besteht aus Isoliermaterial, wie z. B. aus Keramik oder Harz, und hat die Form eines rechtwinkligen Kastens, der durch einen Bodenwandteil **104a** und vier Seitenwandteile **104** definiert ist.

Zwei Halteteile **104d**, die die beiden Enden der Membran **101** halten, sind jeweils einstückig am Gehäuse **104** an der Innenseite der beiden Seitenwandteile **104b** einander gegenüberliegend gebildet.

Der Halteteil **104d** ist, um einen höheren Schalldruck zu erreichen, so klein wie möglich. Dies geschieht, da ein höherer Schalldruck eine kleinere Resonanzfrequenz gestattet.

Wenn das Gehäuse **104** aus Harz besteht, sind hitzebeständige Harze, wie z. B. LCP (Flüssigkristallpolymer), SPS (Syndiotaktikpolystyrol), PPS (Polyphenylensulfid) oder Epoxidharz bevorzugt.

Zwei Ausschnittteile **104e** sind jeweils an der Innenseite der Seitenwandteile **104b** gebildet, die die Halteteile **104d** bilden. Außerdem sind elektrisch leitende Filme **107** und **108** von der Innenseite der Ausschnittteile **104d** zur Bodenfläche der Seitenwandteile **104b** über die oberen Flächen und Außenflächen der Seitenwandteile **104b** angebracht. Ferner ist ein Dämpfungsloch **104f** in der Mitte des Verbindungsabschnitts der längeren Seitenwandteile **104c** mit dem Bodenwandteil **104a** vorgesehen.

Die Membran **101** ist innerhalb des Gehäuses **104** so aufgenommen, dass die Metallplatte **103** dem Bodenwandteil **104a** gegenüberliegt, wie in Fig. 13 dargestellt ist. Die zwei kürzeren Seitenkanten der Membran **101** liegen an den beiden Halteteilen **104d** und sind dort jeweils mit Klebstoff **105** fixiert. Hierzu können bekannte isolierende Klebstoffe dienen, wie z. B. aus der Epoxidgruppe, Urethangruppe und Silikongruppe.

In dem oben beschriebenen Zustand bleiben schmale Lücken zwischen den beiden längeren Seitenkanten der Membran **101** und dem Gehäuse **104**. Diese Lücken werden durch elastisches Dichtungsmaterial **106**, z. B. Silikonkautschuk, abgedichtet.

Nachdem die Membran **101** am Gehäuse **104**, wie oben beschrieben, angebracht ist, wird elektrisch leitende Paste **109** zwischen die kürzeren Seitenkanten der Membran **101** und die Ausschnitte **104e** geträpfelt, und der frei liegende Bereich **103a** der Metallplatte **103** wird elektrisch mit dem elektrisch leitenden Film **107** und die auf der Vorderseite der piezoelektrischen Platte **102** angeordnete Elektrode **102a** elektrisch mit dem elektrisch leitenden Film **108** verbunden.

Nach Fixieren der Membran **101** am Gehäuse **104** wird ein ein Schallemissionsloch **111** aufweisender Deckel (Sub-

strat) 110 mit dem Gehäuse 104 verbunden. Der Deckel 110 aus Isoliermaterial, wie z. B. Keramik oder Harz, ist in rechteckiger Plattenform gebildet. Wenn er aus Harz besteht, kann das für das Gehäuse 104 verwendete hitzebeständige Harz, wie z. B. LCP, SPS, PPS oder Epoxidharz (einschließlich Glasepoxid) verwendet werden. Durch die Verbindung des Deckels 110 mit dem Gehäuse 104 ist ein Schallraum 112 zwischen dem Deckel 110 und der Membran 101 definiert, und dadurch erhält man ein zur Oberflächenmontage geeignetes piezoelektrisches akustisches Bauteil.

Wenn zwischen den Elektrodenabschnitten 107 und 108, die am Gehäuse 104 vorgesehen sind, ein Signal mit einer vorbestimmten Frequenz (Wechselstrom oder Rechtecksignal) angelegt wird, lässt sich ein vorbestimmter Summertönen erzeugen. Dies rührt daher, dass die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 101 jeweils an den beiden Halteteilen 104d des Gehäuses 104 fixiert sind, und dass die beiden längeren Seitenkanten der Membran 101 mit dem elastischen Dichtungsmaterial 106 in einem Zustand freier Auslenkbarkeit verbleiben, und dadurch kann die Membran 101 in einem Längsbiegemodus schwingen und die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 101 bilden die Lagerstellen.

Der Summertönen wird vom Schallloch 111 des Deckels 110 nach außen emittiert.

Bei der oben beschriebenen Ausführungsform ist die Membran 101 so fixiert, dass die Metallplatte 103 der Membran 101 zum Bodenwandteil 104a des Gehäuses 104 weist. Statt dessen kann die Membran 101 auch so fixiert sein, dass die piezoelektrische Platte 102 zum Bodenwandteil 104a des Gehäuses 104 weist. Als Ergebnis liegen die Elektrode 102a der piezoelektrischen Platte 102 und der frei liegende Bereich 103a der Metallplatte 103 zur oberen Seite hin frei. Deshalb lässt sich die Verbindung des frei liegenden Bereichs 103a mit dem Elektrodenabschnitt 107 und die Verbindung zwischen der Elektrode 112 und dem Elektrodenabschnitt 108 leicht mittels der elektrisch leitenden Paste 109 herstellen.

Bei der oben beschriebenen Ausführungsform sind die beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 101 jeweils an den beiden Halteteilen 104d des Gehäuses 104 mit dem Klebstoff 105 fixiert, und die beiden längeren Seitenkanten der Membran 101 sind durch das elastische Dichtungsmaterial 106 abgedichtet. Jedoch kann das elastische Dichtungsmaterial 106 auch über den beiden kürzeren Seitenkanten der Membran 101 vorgesehen sein, die an den beiden Halteteilen 104d des Gehäuses 104 fixiert sind. Der erste Grund dafür ist, dass es die Möglichkeit gibt, dass die elektrisch leitende Paste 109 anhaften und einen Kurzschluss mit der Metallplatte 103 bilden kann, wenn die Elektrode 102a der piezoelektrischen Platte 102 mit dem Elektrodenabschnitt 108 durch die elektrisch leitende Paste 109 verbunden wird. Das elastische Dichtungsmaterial 106 ist im Randteil der Metallplatte 103 als Isolierfilm vorgesehen, um diesen Kurzschluss zu vermeiden. Der zweite Grund dafür ist, dass ein Luftleck zwischen der Vorder- und Rückseite der Membran 101 durch die Abdichtung des gesamten Randteils der Membran 101 mit dem elastischen Dichtungsmaterial 106 vermieden werden kann.

Fig. 17 zeigt eine fünfte Ausführungsform der Erfindung. In dieser Ausführungsform ist die Membran 101 in dem Gehäuse 104 enthalten, und die vier Kantenabschnitte der Membran 101 sind mit dem elastischen Dichtungsmaterial 106 abgedichtet und verbunden. In diesem Fall sind die kürzeren Seitenkanten der Membran 101 an den Halteteilen 104d durch das elastische Dichtungsmaterial 106 und nicht durch den Klebstoff 105 fixiert. Deshalb wird die Beschrän-

kung der Auslenkung an den kürzeren Seitenkanten der Membran 101 schwach im Vergleich mit der vierten Ausführungsform, und der Betrag der Auslenkung der Membran 101 vergrößert. Demgemäß kann der Schalldruck erhöht werden. Es ist zu erwähnen, dass gleiche Bezugszeichen, wie sie bei der vierten Ausführungsform verwendet wurden, gleiche Elemente bezeichnen, um so eine doppelte Beschreibung zu vermeiden.

Die Fig. 18 und 19 zeigen eine sechste Ausführungsform dieser Erfindung. Bei dieser Ausführungsform ist der auf dem Gehäuse 104 vorgesehene Elektrodenabschnitt durch einen Metallanschluss gebildet. Es muss bemerkt werden, dass die mit den Bezugszeichen der vierten Ausführungsform übereinstimmenden Bezugszeichen die gleichen Elemente angeben.

Die Metallanschlüsse 120 und 121 sind U-förmig gebogen und in die an den kürzeren Seitenwandteilen 104b des Gehäuses 104 gebildeten Rillen 104g eingepasst. Die Metallanschlüsse 120 und 121 werden durch Kleben, Crimpen, Schweißen o. ä. fixiert. Jeweils ein Ende der Metallanschlüsse 120 und 121 erstreckt sich bis zur Innenseite der Seitenwandteile 104b und ihr jeweils anderes Ende erstreckt sich zur Bodenfläche des Gehäuses 104. Weiterhin wird der frei liegende Bereich 103a der Metallplatte 103 elektrisch mit dem Metallanschluss 120 durch Einträufeln einer elektrisch leitenden Paste 109 verbunden, und die Elektrode 102 wird mit dem Metallanschluss 121 elektrisch ebenfalls durch Einträufeln einer elektrisch leitenden Paste 109 verbunden.

Die Fig. 20 bis 23 stellen eine siebte Ausführungsform dieser Erfindung dar. Bei dieser Ausführung wird der am Gehäuse 104 liegende Elektrodenabschnitt durch einen Steckanschluss gebildet. Es sei erwähnt, dass die gleichen Bezugszeichen wie bei der vierten Ausführungsform die gleichen Elemente bezeichnen.

Die einen Enden 130a und 131a der Steckanschlüsse 130 und 131 liegen jeweils an der Innenseite der kürzeren Seitenwandteile 104b frei und die jeweils anderen Enden 130b und 131b der Steckanschlüsse 130 und 131 erstrecken sich bis zur Bodenfläche des Gehäuses 104. Weiterhin erstrecken sich die Endabschnitte 130c und 131c der anderen Enden 130b und 131b der Steckanschlüsse 130 und 131 in Breitenrichtung zum längeren Seitenwandteile 104c des Gehäuses 104. Außerdem wird der frei liegende Bereich 103a der Metallplatte 103 elektrisch mit dem Steckanschluss 130 durch Einträufeln einer elektrisch leitenden Paste 109 zwischen diese Elemente und die Elektrode 102 der piezoelektrischen Platte 102 elektrisch mit dem Steckanschluss 131 ebenfalls durch Einträufeln einer elektrisch leitenden Paste 109 dazwischen verbunden.

Bei den oben beschriebenen fünften, sechsten und siebten Ausführungsformen ist eine einzige Membran 101 im Gehäuse 104 fixiert. Jedoch ist es auch möglich, in dem Gehäuse 104 z. B. durch Trennwände mehrere Räume zu bilden und mehrere Membranen 101, die unterschiedliche Resonanzfrequenzen haben, in den Räumen zu fixieren. In diesem Fall lassen sich mit den Membranen 101, wenn sie individuelle, den jeweiligen Membranen 101 entsprechende Elektrodenabschnitte aufweisen, die mit jeder Membran 101 einzeln verbunden sind, unterschiedliche Töne erzeugen.

Zusätzlich ist die Form der Metallplatte und der piezoelektrischen Platte nicht auf die Rechteckform beschränkt sondern kann auch quadratisch sein.

Außerdem wird in den oben beschriebenen fünften bis siebten Ausführungsformen eine Membran des unimorphen Typs verwendet, bei der eine piezoelektrische Platte auf einer Seite einer Metallplatte angebracht ist. Jedoch lässt sich auch eine bimorphe Membran einsetzen, bei der zwei piezo-

elektrische Platten auf beiden Seiten einer Metallplatte angeordnet sind.

Weiterhin wird zur Verbindung der Metallplatte mit dem ersten Elektrodenabschnitt und zur Verbindung der anderen Oberflächen Elektrode der piezoelektrischen Platte mit dem zweiten Elektrodenabschnitt elektrisch leitender Klebstoff (elektrisch leitende Paste) verwendet. Statt dessen können auch andere Verbindungsmittel, wie Lot, elektrisch leitender Draht, o. ä. für diese Verbindung verwendet werden.

Diese Erfindung ist außer bei einem piezoelektrischen Summer auch bei einem piezoelektrischen Kopfhörer, einem piezoelektrischen Lautsprecher, einem piezoelektrischen Tonerzeuger, einem Wecker usw. anwendbar.

Es muss erwähnt werden, dass die zuvor in mehreren Ausführungsformen bezogen auf die Zeichnungen beschriebene Erfindung lediglich beispielhaft zu verstehen ist, und dass in dem durch die beiliegenden Ansprüche definierten Umfang der Erfindung auch verschiedene Veränderungen in Form und Einzelheiten möglich sind.

Patentansprüche

1. Piezoelektrisches akustisches Bauteil, gekennzeichnet durch:

- eine Membran (1), die eine rechtwinklige piezoelektrische Platte (2) mit einer Vorder- und Rückseite, eine auf der Vorderseite angeordnete Elektrode (2a) und eine rechtwinklige Metallplatte (3) aufweist, die mit der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte direkt oder über eine auf der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (2) liegende Elektrode (2b) verbunden ist;
- eine Isolierkappe (4), die einen oberen Wandteil (4a), vier Seitenwandteile (4b), die sich von dem oberen Wandteil (4a) erstrecken und zwei Halteteile (4c) aufweist, um die Membran (1) an der Innenseite von zwei einander gegenüberliegenden der vier Seitenwandteile (4b) zu halten;
- ein plattenförmiges Substrat (10) mit einem ersten und zweiten Elektrodenabschnitt (13, 14), wobei
- die Membran (1) in der Isolierkappe (4) liegt;
- zwei einander gegenüberliegende der vier Seitenkanten der Membran (1) an den beiden Halteteilen (4c) mit Klebstoff (5) oder mit elastischem Dichtungsmaterial (5??) fixiert sind;
- eine Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran (1) und der Kappe durch elastisches Dichtungsmaterial (6) abgedichtet ist;
- ein akustischer Raum zwischen der Membran (1) und dem oberen Wandteil (4a) der Isolierkappe (4) definiert ist;
- eine Öffnungskante der vier Seitenwandteile (4b) der Isolierkappe (4) mit dem Substrat (10) verbunden ist;
- die Metallplatte (3) elektrisch mit dem ersten Elektrodenabschnitt (13) verbunden ist; und
- die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (2) liegende Elektrode (2a) elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt (14) verbunden ist.

2. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die piezoelektrische Platte (2) auf der Metallplatte (3) derart angeordnet ist, dass die beiden längeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte (2) und der Metallplatte (3) zueinander aus-

gerichtet sind und dass jeweils eine der zwei kürzeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte zueinander derart ausgerichtet sind, dass die piezoelektrische Platte (2) auf der Metallplatte (3) mehr zu der einen kürzeren Seitenkante der Metallplatte hin verschoben ist, an der diese durch den Halteteil (4c) der Isolierkappe (4) gehalten ist;

- ein freiliegender Bereich (3a) an der anderen kürzeren Seitenkante der Metallplatte liegt; und
- die Membran (1) an den Halteteilen (4c) der Isolierkappe (4) so fixiert ist, dass die Metallplatte (3) zum oberen Wandteil (4a) der Isolierkappe (4) weist.

3. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallplatte (3) mit dem ersten Elektrodenabschnitt (13) durch elektrisch leitenden Kleber (15) verbunden ist; und

die an der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (2) angeordnete Elektrode (2a) mit dem zweiten Elektrodenabschnitt durch elektrisch leitenden Kleber (16) verbunden ist.

4. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- das elastische Dichtungsmaterial (6) aus einem Isoliermaterial besteht; und
- dass das elastische Dichtungsmaterial (6) an allen vier Seitenkanten der Membran vorgesehen ist.

5. Piezoelektrisches akustisches Bauteil, gekennzeichnet durch:

- eine Membran (101), die eine rechtwinklige piezoelektrische Platte (102) mit einer Vorder- und Rückseite, eine auf der Vorderseite angeordnete Elektrode (102a) und eine mit der Rückseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte direkt oder über eine auf der Rückseite der piezoelektrischen Platte (102) angeordnete Elektrode (102b) verbundene Metallplatte (103) aufweist;
- ein Isoliergehäuse (104), das einen Bodenwandteil (104a), vier Seitenwandteile (104b), die vom Bodenwandteil (104a) ragen, zwei Halteteile (104d) zur Halterung der Membran an der Innenseite von zwei einander gegenüberliegenden der vier Seitenwandteile (104b) und einen ersten und zweiten Elektrodenabschnitt (107, 108) zur Verbindung nach außen aufweist, die auf zwei der vier Seitenwandteile (104b) angeordnet sind; und
- einen Deckel (110), der ein Schallemissionsloch (111) enthält, wobei
- die Membran (101) im Isoliergehäuse (104) liegt;
- zwei einander gegenüberliegende der vier Seitenkanten der Membran (101) durch einen Klebstoff (105) oder elastisches Dichtungsmaterial (106) an den beiden Halteteilen (104d) fixiert sind;
- eine Lücke zwischen den anderen beiden Seitenkanten der Membran (101) und dem Gehäuse durch elastisches Dichtungsmaterial (106) abgedichtet ist;
- die Metallplatte (103) elektrisch leitend mit dem ersten Elektrodenabschnitt (107) verbunden ist,
- die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (102) liegende Elektrode (102a) elektrisch mit dem zweiten Elektrodenab-

schnitt (108) verbunden ist und
 – eine Öffnungskante des Isoliergehäuses (104)
 mit dem Deckel (110) verbunden ist.

6. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Elektrodenabschnitte (107, 108) für die Verbindung nach außen ein Elektrodenfilm ist, der auf der Oberfläche des Isoliergehäuses (104) liegt und sich vom Halteteil (104d) zur Bodenfläche des Isoliergehäuses (104) erstreckt.

7. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Elektrodenabschnitte für die Verbindung nach außen ein an dem Isoliergehäuse fixierter Metallanschluss (121) ist, der sich von dem Halteteil (104d) bis zur Bodenfläche des Isoliergehäuses (104) erstreckt.

8. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
 – die piezoelektrische Platte (102) auf der Metallplatte (103) derart angeordnet ist, dass die beiden längeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte zueinander ausgerichtet sind und dass jeweils eine der beiden kürzeren Seitenkanten der piezoelektrischen Platte und der Metallplatte zueinander so ausgerichtet sind, dass die auf der Metallplatte (103) liegende piezoelektrische Platte (102) mehr zu der einen kürzeren Seitenkante der Metallplatte (103) hin verschoben ist, wo die Metallplatte (103) durch den Halteteil (104d) des Isoliergehäuses (104) gehalten ist;
 – ein freiliegender Bereich (103a) an der anderen kürzeren Seitenkante der Metallplatte (103) vorgesehen ist;
 – die Membran (101) an den Halteteilen (104d) des Isoliergehäuses (104) so fixiert ist, dass die Metallplatte (103) dem Bodenwandteil (104a) der Isolierkappe (104) gegenüber liegt;
 – der freiliegende Bereich (103a) mit dem ersten Elektrodenabschnitt (104) verbunden ist; und
 – die auf der Vorderseite der rechtwinkligen piezoelektrischen Platte (102) liegende Elektrode (102a) elektrisch mit dem zweiten Elektrodenabschnitt (108) durch elektrisch leitenden Klebstoff (109) verbunden ist.

9. Piezoelektrisches akustisches Bauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Dichtungsmaterial (106) aus einem Isolierstoff besteht und an allen vier Seitenkanten der Membran (101) angebracht ist.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1A

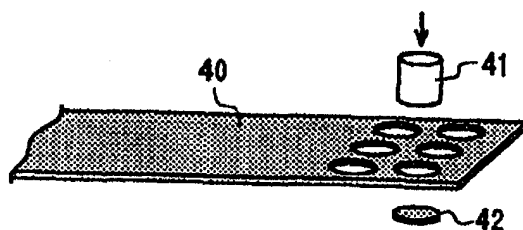


Fig. 1B



Fig. 1C

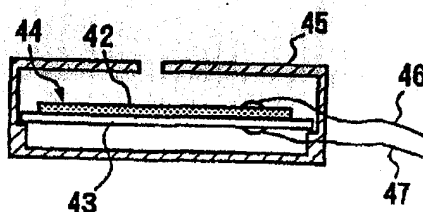


Fig. 2A

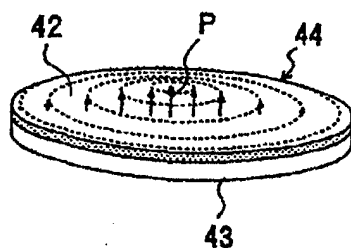


Fig. 2B

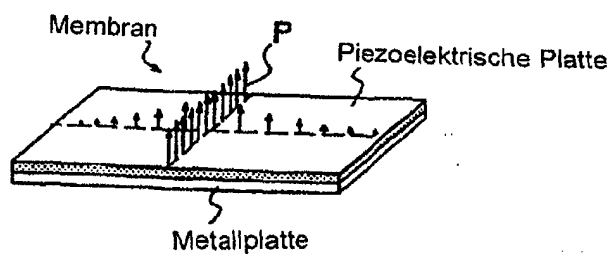


Fig. 3

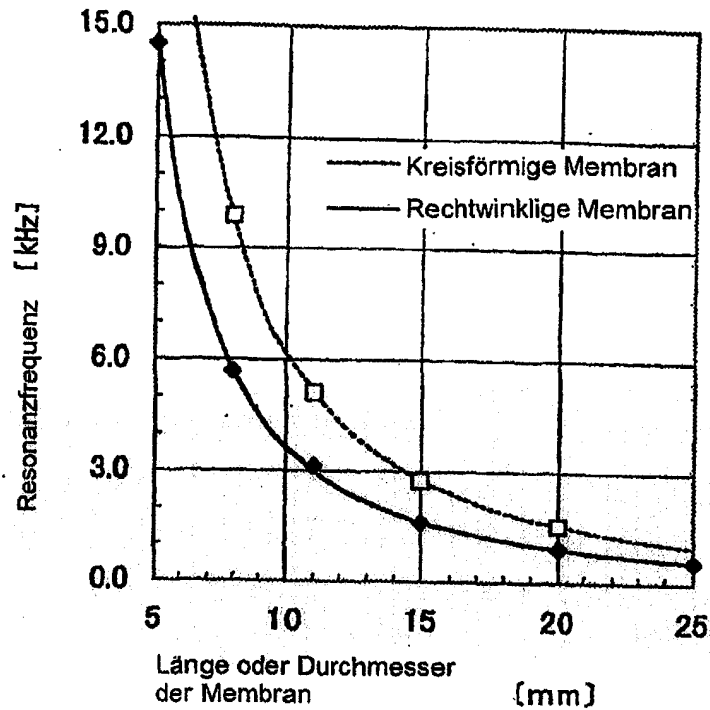


Fig. 4

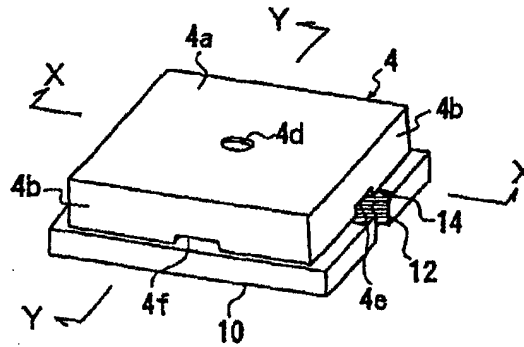


Fig. 5

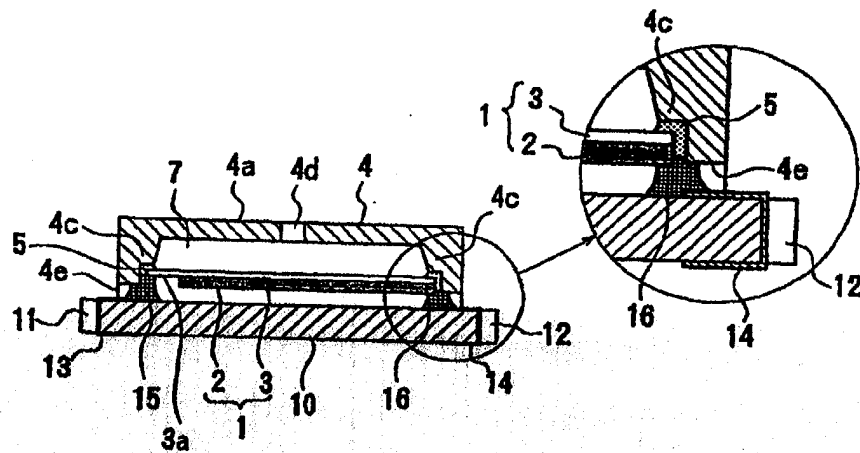


Fig. 6

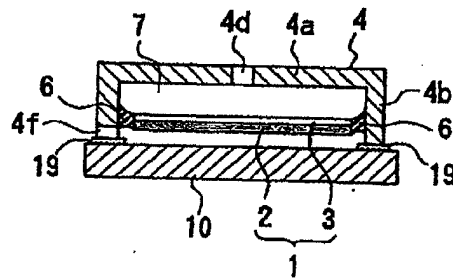


Fig. 7

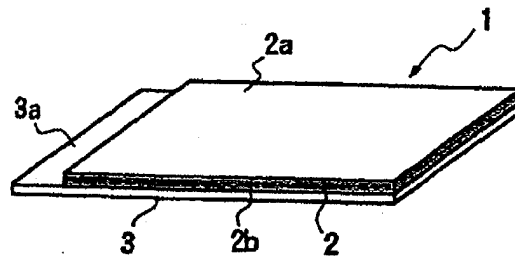


Fig. 8

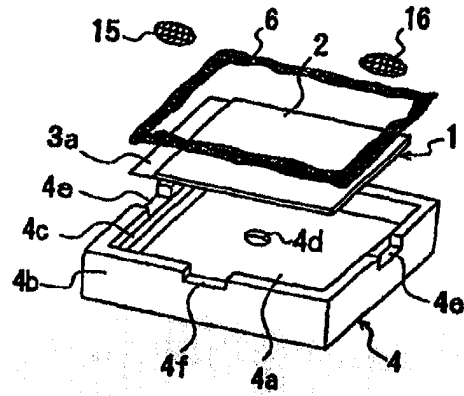


Fig. 9

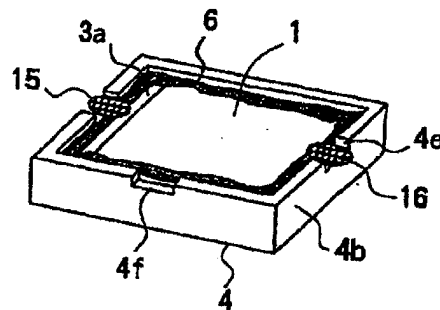


Fig. 10

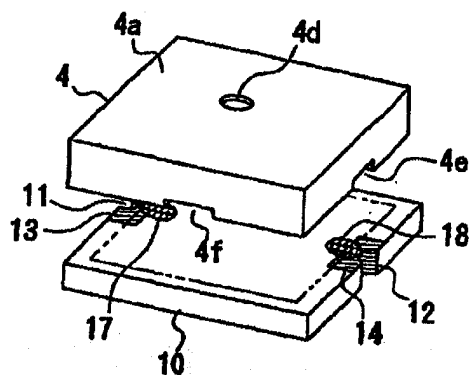


Fig. 11

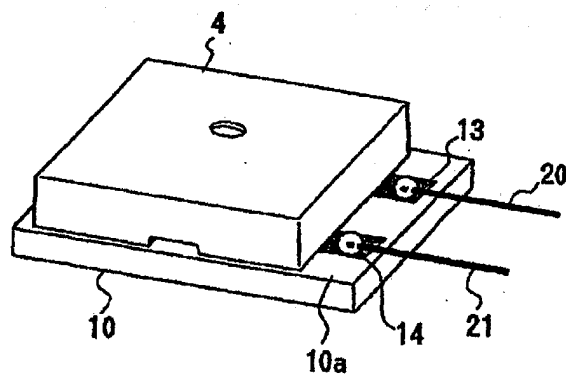


Fig. 12

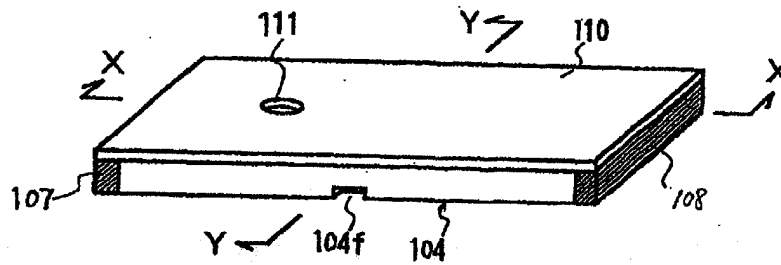


Fig. 13

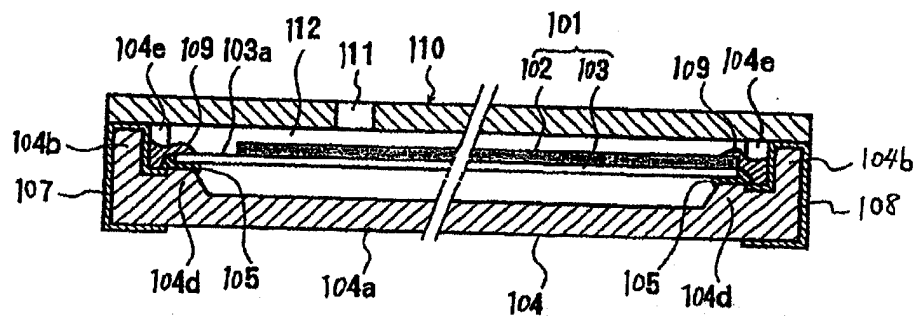


Fig. 14

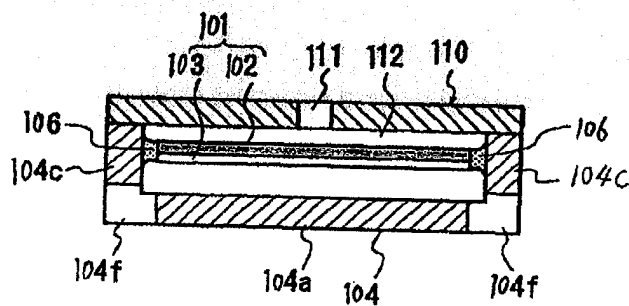


Fig. 15

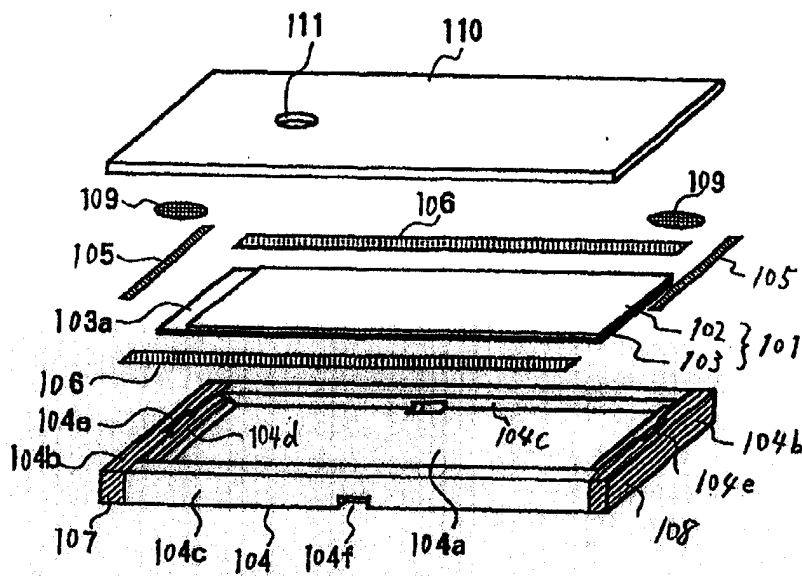


Fig. 16

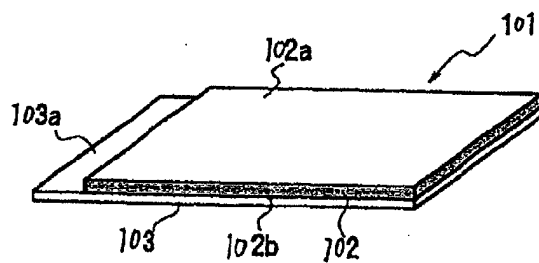


Fig. 17

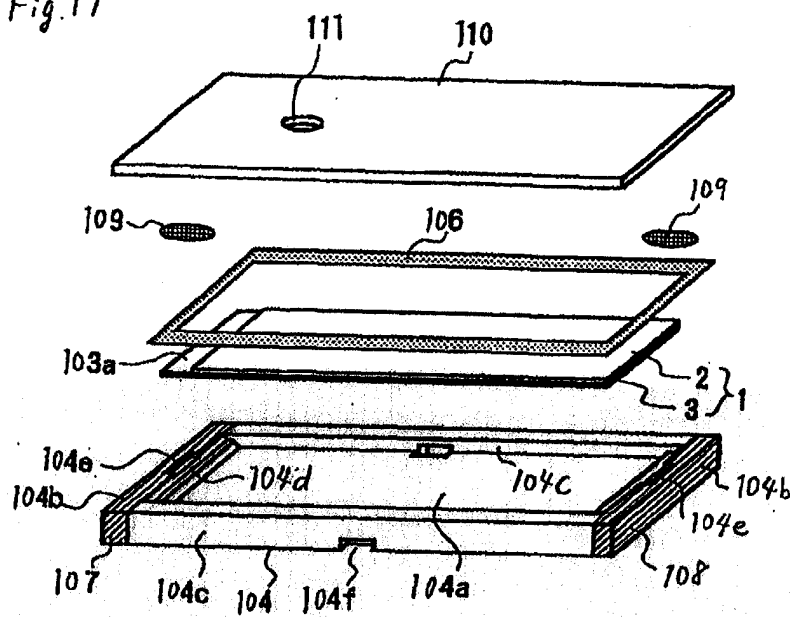


Fig. 18

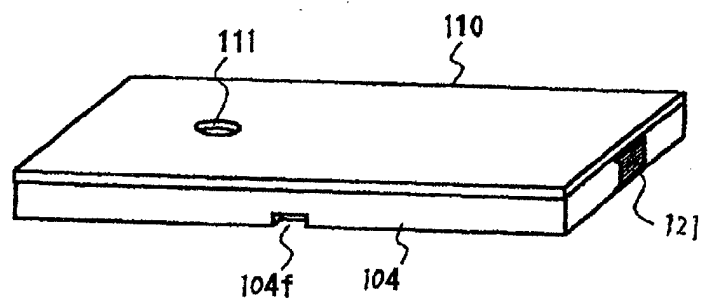


Fig. 19

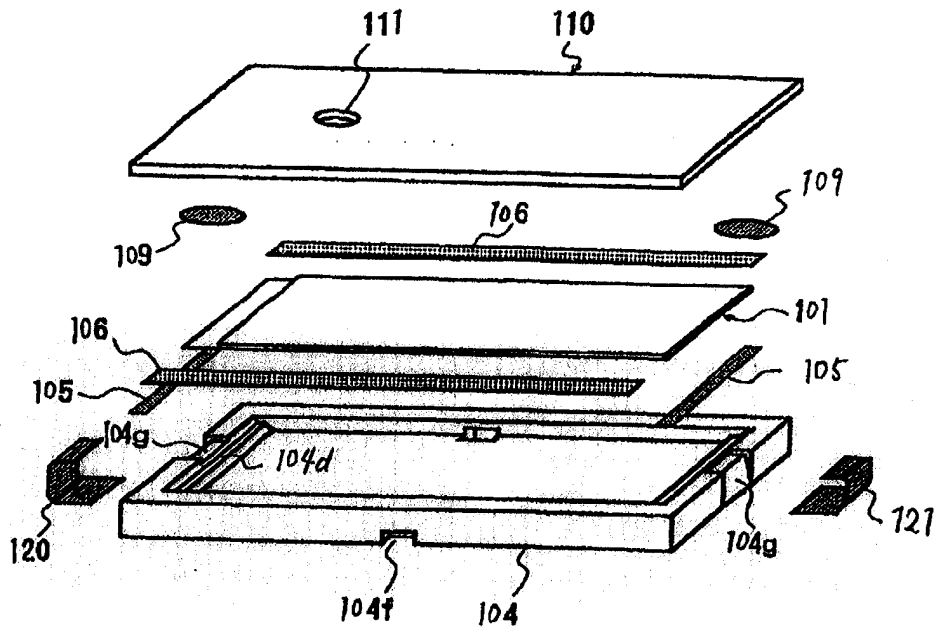


Fig. 20

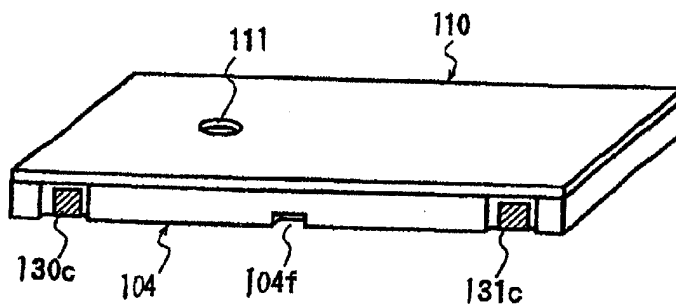


Fig. 21

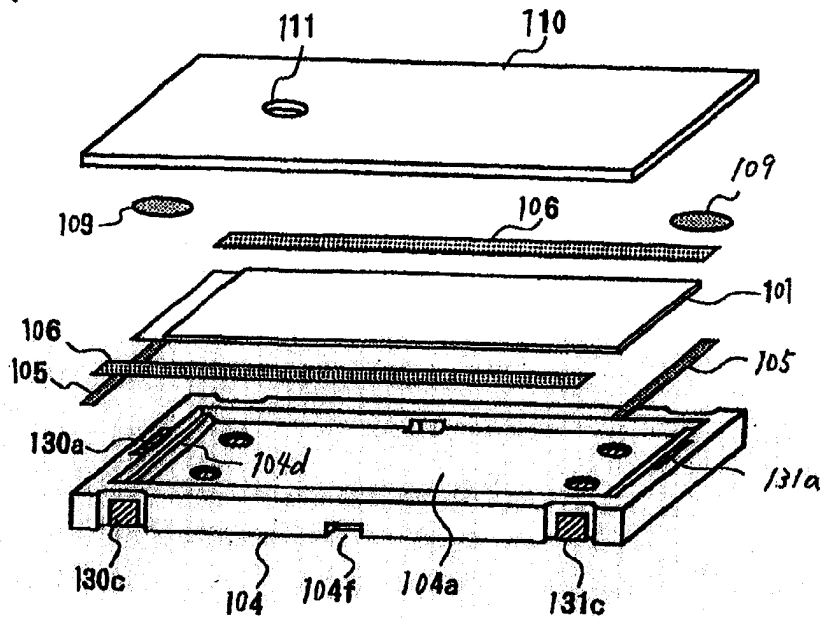


Fig. 22

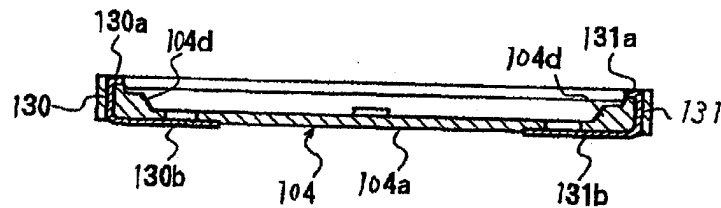


Fig. 23

